

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ В ТОРГОВОМ  
КОМПЛЕКСЕ «РУДАКИ-ПАЗА» Г.ДУШАНБЕ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02  
Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
очной формы обучения, группы 12001511  
Бобоева Шохруха Дилшодовича

Научный руководитель  
канд. техн. наук, ст. преп.  
кафедры  
Информационно-  
телекоммуникационных  
систем и технологий  
НИУ «БелГУ» Лихолоб П.Г

Рецензент  
Ведущий инженер электросвязи  
участка систем коммутации №1  
Белгородского филиала ПАО  
«Ростелеком» Уманец С.В

**БЕЛГОРОД 2019**

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	5
2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ .....	9
2.1 xDSL технология .....	9
2.2 FTTx технология.....	12
2.3 PON технология .....	14
2.4 Ethernet технология .....	16
2.5 Трёхуровневая иерархическая модель .....	18
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ.....	25
3.1 Расчета нагрузок приходящие на сеть.....	25
4 ПОДБОР ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ .....	36
4.1 Кабель для обеспечения связи от АТС до торгово-офисного комплекса	37
4.2 Кабель для подключение оконечных устройств к коммутаторам уровня доступа.....	38
5 ОБОРУДОВАНИЕ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЕ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРИОБРЕТЕНИЯ И РАСЧЕТ ИХ СТОИМОСТИ .....	41
5.1 Первоначальные денежные вложение на запуск проекта .....	41
5.2 Подсчет всех основных эксплуатационных расходов.....	43
5.3 Подсчет доходов.....	47
6 ОЦЕНОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ .....	49
6.1 Анализ технико-экономических результатов .....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	56

					<b>11120005.11.03.02.832.ПЗВКР</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Бобоев Ш.Д</i>			Проектирование мультисервисной сети в торговом комплексе «Рудаки-Плаза» г.Душанбе республики Таджикистан	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Лихолоб П.Г</i>					2	59
Рецензент		<i>Уманец С.В</i>				<i>НИУ «БелГУ»</i> гр.12001511		
Н.контр.		<i>Лихолоб П.Г</i>						
Утв.		<i>Жияяков Е.Г</i>						



Задачи выпускной квалификационной работы: описать объект проектирования, проанализировать варианты построения мультисервисной сети, сделать расчет поступающих нагрузок на проектируемую сеть, сделать подсчет количества необходимого оборудования и линейно-кабельных сооружений которое надо приобрести, обосновать актуальность проекта с точки зрения технической и экономической стороны.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

# 1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В данной дипломной работе разрабатывается проект мультисервисной сети связи для торгово-офисного центра «Рудаки Плаза», который находится в г. Душанбе Республики Таджикистан.

Республика Таджикистан — государство в Центральной Азии, в прошлом входившая в составе СССР как Таджикская Советская Социалистическая Республика.

Страна не имеет выхода к морю. И является наименьшим по площади государством в Средней Азии. Граничит с Киргизией на севере, с Узбекистаном на западе и северо-западе, с Афганистаном на юге, и с Китаем на востоке [24].

Душанбе является столицей Республики Таджикистан, и является городом республиканского значения, самый крупный промышленный, научно - культурный, политический, административный и экономический центр страны.

Торгово-офисный центр «Рудаки Плаза» находится по адресу пр. Рудаки 127, расположен данный объект не далеко от центра г. Душанбе, в 8,4 км от международного аэропорта, до которого можно добраться за 16 минут. Торгово-офисный центр «Рудаки Плаза» находится в непосредственной близости от Педагогического института, гимназии №1 г. Душанбе и Национального Банка.

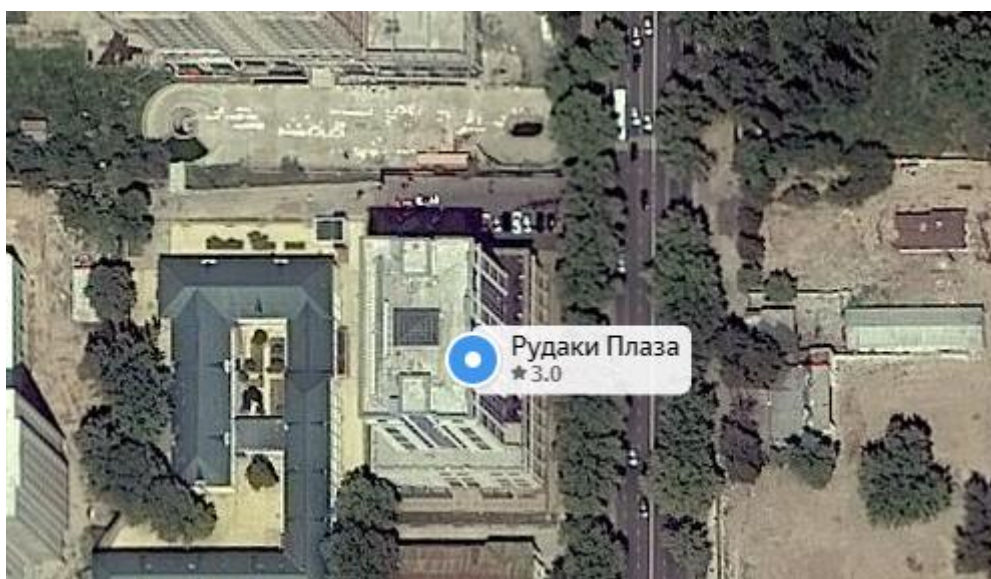


Рисунок 1.1 – Фотография со спутника здания торгово-офисного центра «Рудаки Плаза» г. Душанбе

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5



**Рисунок 1.2 – Фотография здания торгово-офисного центра «Рудаки Плаза» г.Душанбе**

Проектируемая сеть должна предоставлять оконечным пользователям услуги IP-телефонии, широкополосного доступа в Интернет, передачи данных, обеспечивать функционирование системы видеонаблюдения.

Торгово-офисный центр «Рудаки Плаза» — это функциональное объединение Торгово-развлекательного центра с совершенно новым типом офисного пространства, которые в гармоничном взаимодействии создают идеальную атмосферу для генерирования новых идей, ведения успешного предпринимательства, приятного времяпрепровождения и рекреации в уютной обстановке.

Здание торгово-офисного центра «Рудаки Плаза» имеет общую площадь в 8500 м<sup>2</sup> и состоит из 14 этажей, из которых:

- восемь этажей отведены под офисы;
- три этажа Торгового центра, где находятся кафетерий, торговый центр и крупнейший супермаркет в стране;
- три этажа подземного гаража с общей вместимостью в 105 парковочных мест

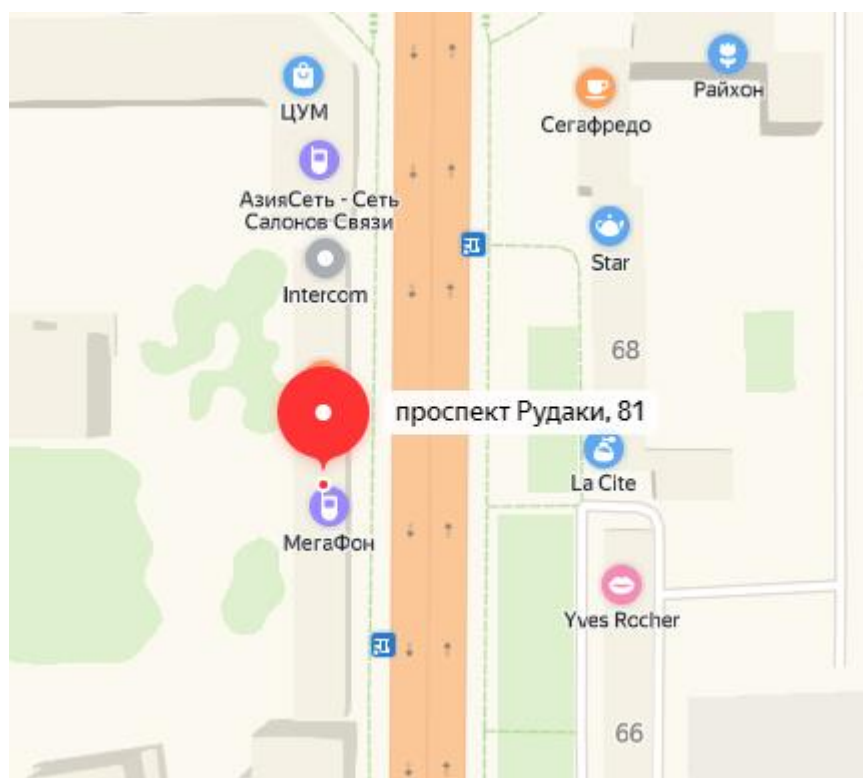
					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

В таблице 1.1 приведена поэтажная характеристика объекта проектирования с количеством пользователей телефонной и локальной вычислительной сети и количеством видеокамер системы видеонаблюдения с учетом того, что с первого по третий этажи расположены супермаркеты, магазины одежды и обуви, этажи с четвертого по тринадцатый занимают арендаторы.

**Таблица 1.1 – Характеристика здания торгово-офисного центра «Рудаки Плаза»**

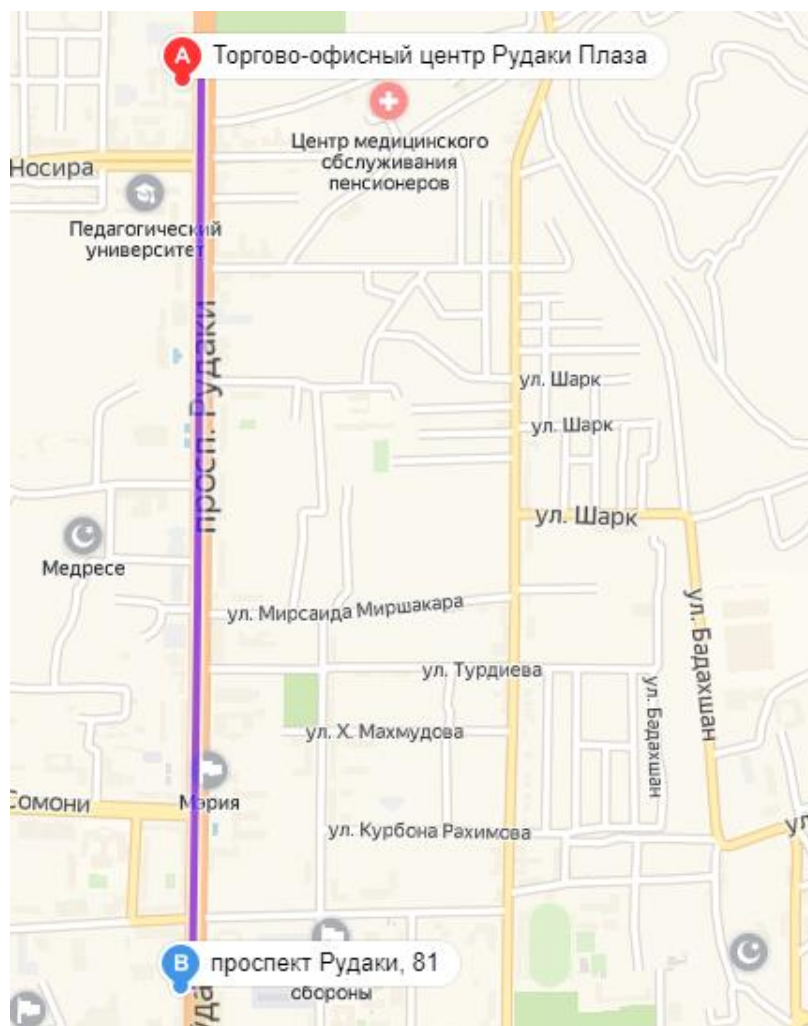
Этаж	Телефоны	Компьютеры	Телевизоры	Система видео наблюдения
Вход	-	-	-	3
Выход	-	-	-	2
1-3	-	-	-	7
4-6	15	40	7	4
8-14	20	40	6	6
Всего в комплексе	150	320	50	70

Ближайшая АТС которая находится к торгово-офисному комплексу находится по адресу проспект Рудаки 81, г.Душанбе, Таджикистан. АТС по отношению к жилому комплексу находится на расстоянии- 1.8 км (рис .1.3).



**Рисунок 1.3 – Местоположение АТС в г.Душанбе Таджикистан**





**Рисунок 1.4 – Расстояния от АТС до торгово-офисного центра «Рудаки Плаза»**

**Вывод к разделу:** Суть данного раздела была в том, чтобы рассмотреть все основные моменты строения самого здания торгово-офисного центра и показать примерное расстояние до АТС. В последующих главах будут рассматриваться различные аспекты проектирования мультисервисной сети связи.



## 2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

ШПД (Широкополосный доступ) в интернет - это подключение в сеть интернет где скорость передачи данных значительно выше чем при традиционном подключении с помощью модема и телефонной сети. Подключение по ШПД может быть проводным, так и беспроводным. Скорость передачи данных ШПД значительно больше чем у стандартного цифрового потока E1(2048 кбит/с).

Также, ШПД поддерживает дуплексную(двустороннюю) передачу данных, что позволяет передавать и получать данные одновременно на высокой скорости.

В настоящее время существуют довольно много методов подключения ШПД, которые пользуются большим спросом на рынке телекоммуникации[7].

### 2.1 xDSL технология [5]

xDSL - это технология подключение к абонентской линии по уже существующей медно-кабельной сети, обеспечивая высокоскоростным цифровым доступ. Основные параметры которые проверяется перед использованием существующей линии это затухание и защищенность . Под аббревиатурой xDSL подразумевается то что «x» один из типов технологий DSL. Существуют следующие типы технологии DSL: MSDSL, RADSL, SHDSL, ADSL, PDSL, HDSL, SDSL, UADSL, VDSL, IDSL. Из выше перечисленных технологии широкое распространение в основном получили технологии ADSL, VDSL.

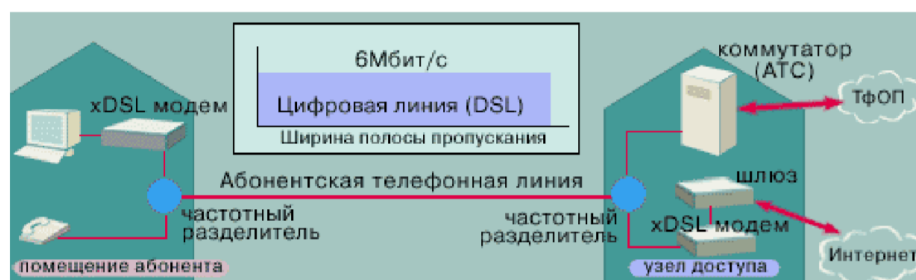
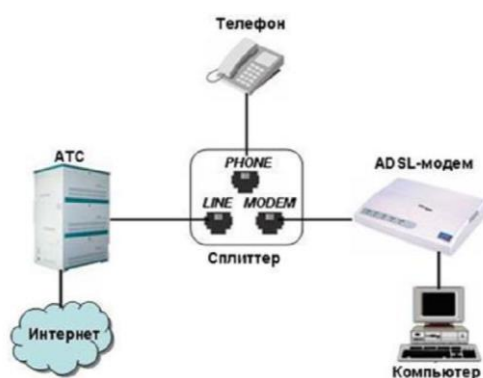


Рисунок 2.1 – Схема технологии xDSL

ADSL (Асимметричный цифровой список абонентов, или по другому Асимметричная цифровая абонентская линия) - То есть ШПД к сети Интернет через телефонную линию (коммутируемая телефонная сеть, PSTN), который не препятствует регулярному использованию линии для вызовов.

ADSL - это тип широкополосного соединения, название которого происходит от того факта, что исходящая скорость трафика (из сети в компьютер) и входящая скорость трафика (от компьютера в сеть) не совпадают(т.е ассиметричны отсюда и название), где в основном скорость исходящего трафика больше чем входящий. В конце концов, по статистике большинство пользователей Интернета получают больше информации, чем передают. Для работы ADSL необходимо иметь телефонную линию и систему модуляции(модем), которая разделяет сигналы тональной частоты от передаваемых или получаемых данных, путем установки фильтров дискриминаторов (называемых сплиттерами, микрофильтрами или фильтрами DSL) и маршрутизатора ADSL, предоставляемого компанией, которая предоставляет услугу.



**Рисунок 2.2 – Технология ADSL**

Пропускная способность входящего трафика для абонента достигает до 8 Мбит/с, а у исходящего трафика достигает до 2 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных в линии связи при использовании данной технологии зависит от таких параметров и факторов как сечение кабеля, удельное сопротивление кабеля и длина линии. Также у данной технологии есть другие версия такие как ADSL2 и ADSL2 +.

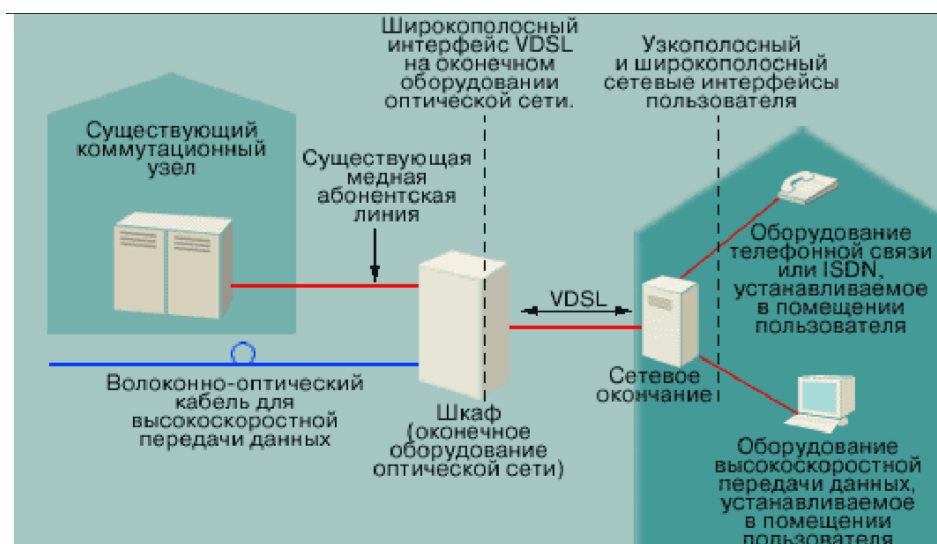


Рисунок 2.3 – Схема технологии VDSL

VDSL - расшифровывается как Цифровая абонентская линия с очень высокой скоростью передачи (DSL) и является логическим развитием ADSL и его преемников ADSL2 и ADSL2+. Так почему VDSL быстрее чем ADSL?

Дело в том, что технология ADSL - использует три внутренних канала. Первый канал используется для загрузки данных, второй - для загрузки данных, а третий - для голосовой связи, поэтому вы абонент может разговаривать по телефону, пока он подключен к Интернету, что было невозможно во время первых модемов. VDSL выполняет функцию дублирования каналов данных, поэтому у него два канала подъема и два канала разряда. Нетрудно понять, что если дорога шире, автомобили могут двигаться быстрее, потому что с подключением VDSL происходит то же самое.

В то время как в ADSL скорость нисходящего потока данных достигает до 8 Мбит/с и исходящего до 2 Мбит/с, ADSL2 скорость нисходящего потока данных может достигать до 12 Мбит/с и исходящего до 2 Мбит/с, и ADSL2+ где скорость нисходящего потока данных 24 Мбит/с и исходящего до 2 Мбит/с, то в VDSL данные показатели доходят до: скорость нисходящего потока данных 52 Мбит/с и исходящего до 12 Мбит/с, а также 26 Мбит/с при симметричной форме в обоих направлений. При такой высокой пропускной способности неудивительно,

что одной из услуг, наиболее тесно связанных с VDSL, является услуга телевидения высокой четкости по сети передачи данных.

## 2.2 FTTx технология [8]

Сети с медными парами в настоящее время достигают своего предела в пропускной способности, и развитие рынка телекоммуникаций показывает нам, что потребность в пропускной способности будет расти в геометрической прогрессии. Одним из ограничений является расстояние передачи, которое при высоких скоростях ограничивает его максимальную длину и требует активного оборудования во внешней сети, что приводит к чрезмерной нагрузке на эксплуатацию и техническое обслуживание.

**FTTx** (от англ. Fiber To The X) — это общий термин для архитектуры волоконно-оптической широкополосной сети. Под «х» в аббревиатуре FTTx как и в xDSL, означает один из разновидностей данной архитектуры. Только в FTTx под «х» подразумевается то до какого места будет доходить оптоволоконный кабель.

Сеть FTTx может иметь несколько архитектур:

**FFTN** (от англ. Fiber To The Node) — оптоволоконный кабель к узлу, технология не требующая значительных финансовых вложений. Используется обычно тогда, когда прокладывание оптоволоконного кабеля в нужном районе затруднительно или невозможно. После выхода из пункта обмена оптоволоконно тянется «к распределительному шкафу», а конечное соединение с абонентом происходит по медному кабелю. Данная архитектура является экономичной, однако имеет наиболее низкую пропускную способность передачи данных по сравнению с другими разновидностями архитектуры FTTx;

**FTTC** (от англ. Fiber To The Curb) — оптоволоконный кабель до района или квартала, то есть между провайдером и устройством, установленным на опоре, устанавливается соединение. Таким образом, оборудование, которое будет находиться в доме пользователя, находится на улице и используется для одновременной доставки интернета другим пользователям. Таким образом,

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12

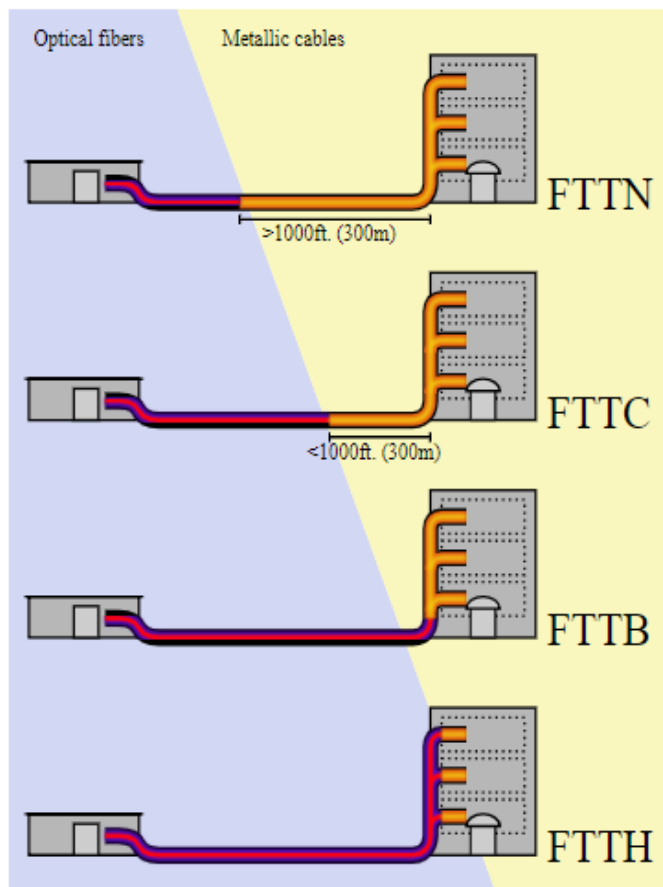
оборудование, которое будет находиться в доме пользователя, находится на улице и используется для одновременной доставки интернета другим пользователям.

Подключение к дому пользователя осуществляется через коммутатор, который имеет ограничение пропускной способности, что снижает скорость и пропускную способность, так как он используется совместно с другими людьми. Однако, как и при использовании, стоимость установки также разделяется, что делает этот вариант более экономичным;

**FTTH** (от англ. Fiber To The Home) — оптоволокно до квартиры (или до дома). Подключение по данной технологии производится непосредственно между интернет-провайдером и пользователем, где оптическое волокно размещается непосредственно в его резиденции. Технология FTTH обеспечивает очень высокую скорость интернета и может передавать большие пакеты данных всего за несколько секунд. Поскольку соединение является прямым, его качество и пропускная способность ШПД выше, чем у других. Однако, поскольку он индивидуален, стоимость установки выше для тех, кто выбирает эту услугу. Скорость при данной технологии достигает до 100 Мбит/с;

**FTTB** (от англ. Fiber to the Building) — оптоволокно до здания. Распределение абонентам осуществляется через сеть Ethernet, использующая в качестве среды коаксиальный кабель или витую пару. Основное различие FTTB от FTTH заключается в стоимости операторов. Проще говоря, FTTB требует меньше кабелей, меньше оконечных-устройств (olt) и меньше конечных устройств (onu /ont). Для пользователя, строго говоря, нет никакой разницы, сетевой кабель для домашних хозяйств также может нести уровень пропускной способности Gb.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		13



**Рисунок 2.4 – Типы FTTx**

Преимущества использования FTTx:

- Энергосбережение;
- Сокращение потребления ПВХ труб и медных кабелей;
- Оптоволокно не генерирует и не подвержен воздействию электромагнитных помех (электромагнитных помех) ;
- Более стабильные соединения, поскольку оптоволокно передает данные с большей точностью и меньшими потерями.

### **2.3 PON технология [9]**

В случае когда пользователю или организации необходимо предоставить как можно большую скорость передачи данных при минимальных финансовых затратах, что является одним из важных требований при предоставлении услуг ШПД, можно обратиться к технологии PON как к варианту для осуществления данной потребности.

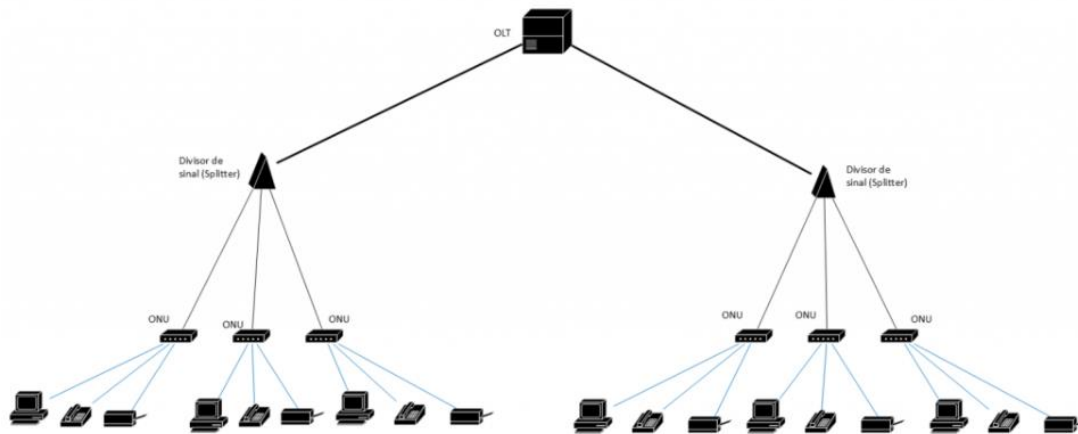
					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		14

PON (от англ. Passive Optical Network что в переводе на рус. Пассивная Оптическая Сеть) - эти сети используют волоконно-оптический кабель в качестве среды передачи и распределения сигнала, и вместо использования активного оборудования, такого как коммутаторы, концентраторы и мосты, они используют оптические разветвители, которые в основном представляют собой набор зеркал. Таким образом, в распределительных стойках при необходимости размещается только пассивное оборудование, которое не требует электропитания и, следовательно, не нагревается, что делает ненужными ИБП и системы кондиционирования воздуха. Другая особенность, которая способствует упрощению локальной сети с использованием PON, заключается в том, что кабельные соединения не ограничиваются 90-метровыми кабелями UTP. В настоящее время наиболее используемая сетевая технология PON использует одномодовые оптоволоконные кабели, чьи длины подключения могут достигать до 20 км. Сети PON уже широко используются на рынке поставщиков услуг. Если вас обслуживает волоконно-оптическая сеть у вас дома или на работе, скорее всего, это сеть PON. Новинка заключается в том, что производители также предлагают оборудование и решения на основе этой технологии для корпоративного рынка, ориентированного на сети LAN.

Сети PON имеют многоточечную архитектуру, имеющую на одном конце оптоволоконна оборудование под названием OLT (терминатор оптической линии), а на другом конце - ONU (сетевой блок). Между OLT и ONU размещены сплиттеры(разветвители), которые в соответствии с их комбинацией позволяют, чтобы одна дверь OLT обслуживала до 128 ONU, как показано на на рис :

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15





**Рисунок 2.5 – PON**

OLT - это коммутатор уровня 3 с возможностью пересылки больших пакетов, который может иметь одну или несколько плат обслуживания с несколькими портами PON, а также платы портов Ethernet, которые используются для подключения к традиционной локальной сети. ONU, в свою очередь, могут иметь конфигурации от простого модема, который просто преобразует сигнал PON от своего оптического порта восходящей линии связи в Ethernet на одном порту, соединяющем конечные устройства.

Данный тип сети не является серебряной пулей, которая решает все проблемы, с которыми сталкивается традиционная сеть, не говоря уже о том, что она подходит для любого сценария. Сети PON следует рассматривать в качестве другой альтернативы, которую следует учитывать при разработке проекта расширения или развертывания новой локальной сети.

## **2.4 Ethernet технология**

Большинство пользователей, говоря о сетях, ссылаются на локальную сеть, также известную как LAN, но игнорируют то, что за этим наименованием стоит стандарт, называемый Ethernet, который определяет физические и электрические характеристики, которыми должен обладать сеть, как правило, с этой системой.

Также известный как IEEE 802.3, этот стандарт определяет, в дополнение к электрическим характеристикам, длину и диаметр кабелей, все элементы,

используемые в сети, то есть то, как он должен быть подключен в каждом конкретном сценарии, и многие другие параметры.

Истоки технологии Ethernet можно проследить практически до начала 1970-х годов, когда Роберт Меткалф, инженер, окончивший Массачусетский технологический институт, и компания Xerox стали его основными основателями. В настоящее время это самый простой, безопасный и наиболее экономичный способ настройки сети между компьютерами, главным образом благодаря его гибкости, поскольку среди других возможностей можно использовать коаксиальный кабель для оптоволокна для реализации сети с этой технологией.

### **Принцип действия**

Основная идея Ethernet заключается в том, что все ПК в сети отправляют и получают данные таким образом, чтобы избежать наложения, что может иметь катастрофические последствия. Вот почему данные, которые отправляются или принимаются по этому стандарту, должны быть фрагментированы на более мелкие фрагменты и отправлены с помощью метода, известного как «коммутация пакетов». По сути, это то, что если один из ПК в сети хочет отправить пакет данных другому, он(пакет данных) должен быть упакован, что в конечном итоге приводит к «пакету», который состоит из различных данных, таких как заголовок, адрес устройства в сети, кому он предназначен и какое устройство в сети отправляет его. Он также содержит контрольные данные и другую относящуюся к нему информацию, такую как объем передаваемых данных и другие. Важно отметить, что эти пакеты отправляются на все устройства, которые составляют сеть, являясь самими устройствами, которые определяют, адресован ли им пакет или нет, отклоняя все пакеты, которые строго не направлены на конкретное устройство. Еще один факт, который следует иметь в виду, заключается в том, что все устройства в сети могут передавать пакеты в любое время, когда это необходимо, однако это может вызвать проблемы, когда два устройства пытаются сделать это одновременно, что называется «коллизией».

Поэтому была создана технология CSMA/CD (множественный доступ с обнаружением несущей и обнаружением коллизий), который является

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

протоколом, используемым в сетях Ethernet для решения этой проблемы. Используя CSMA/CD, устройства могут прослушивать сеть, чтобы определить, свободен ли канал передачи данных. Если канал передачи данных свободен, передача может быть выполнена, чтобы не столкнуться с другими пакетами.

## 2.5 Трёхуровневая иерархическая модель

Сеть должна соответствовать текущим потребностям организаций, в свою очередь организации должны наблюдать за современными тенденциями сетевых технологии и по мере возможности стараться применять их в своих организации. Принципы проектирования сетей могут помочь сетевому инженеру спроектировать и построить сеть, которая будет гибкой, устойчивой и простой в управлении.

В зависимости от размера и потребностей организации размер сети будут варьироваться. Например, размер сети и его обслуживающее оборудование, небольшой организации будет иметь меньше устройств и соответственно будет значительно менее сложной, чем инфраструктура крупной организации которой требуется гораздо большее количество устройств и будет иметь большое количество подключений между оборудованием, что будет делать её сложной для понимания и эксплуатации. Существует много переменных, которые необходимо учитывать при проектировании сетей.

Несмотря на то каков размер сети и какие к нему требования, правилом хорошего тона при проектировании является следования базовым принципам структурирования сетей. Существуют следующие принципы которых надо придерживаться:

**Иерархичность:** При проектирования надёжной сетевой инфраструктуры иерархическая сетевая модель является полезной парадигмой. Иерархия сети позволяет разделяет сложную проблему проектирования сети на более мелкие и делать её управления более простой.

**Модульность:** Данный принцип позволяет сделать намного проще задачу расширения сети с дальнейшим интегрированием различных сервисов.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

**Отказоустойчивость:** Независимо от того в каком состоянии(нормальном или ненормальном) находится сеть она должна соответствовать ожиданиям пользователей.

Условия при которых сеть обрабатывает ожидаемый поток трафика называют нормальными, в случае каких либо аппаратных и программных сбоев, перегрузки трафиком сети, DoS атак на сеть и т.д, то это ненормальные условия.

**Гибкость:** Следование данному принципу позволяет заменять различные части сети, увеличивать технические показатели устройств сети(путем замены аппаратной части), заменять те части сети которые со временем выходят из строя, а также добавлять новые сервисы.

Организациям планирующим развертывание сетей, жизненно необходимо следовать выше перечисленным принципам, так как обеспечение гибкости и масштабируемости сети происходит на основе иерархической сетевой архитектуры.

Наличие иерархии в сетевых технологиях подразумевает разделение всей сети на отдельные уровни, где каждый из уровней предоставляет определенные функции отведенные ему.

Системному архитектору и администратору это помогает оптимизировать и выбирать соответствующие функции, аппаратное и сетевое программное обеспечение для выполнения конкретных функций этого сетевого уровня. Иерархические модели применяются к проектированию LAN и WAN.

Типичный бизнес-план иерархического сетевого комплекса включает в себя следующие три уровня:

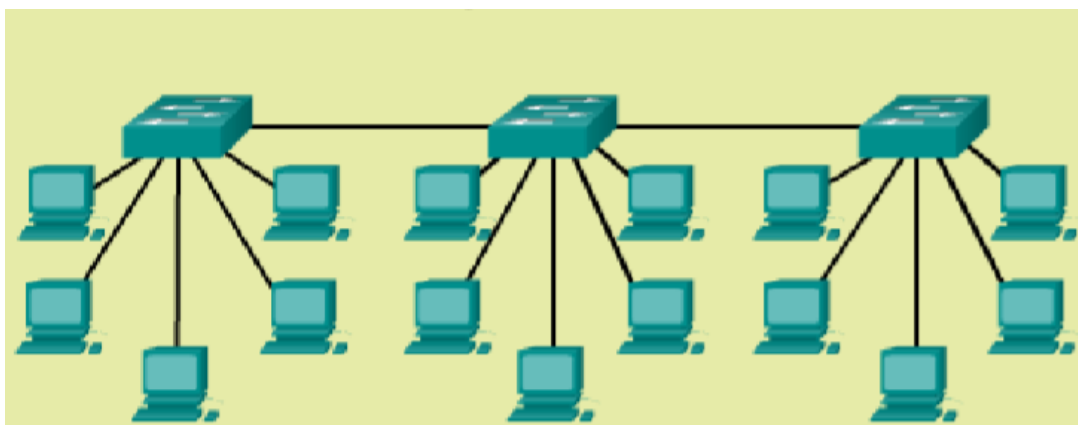
- Уровень доступа: предоставления доступ в сеть для рабочих групп и пользователей.
- Уровень распределения: связующее звено между уровнями доступа и ядра.
- Уровень ядра: обеспечение большей полосы пропускания при обмене данными между коммутаторами уровня распределения.

В администрировании разделение плоской сети на более простые и более меньшие части, позволяют трафику локальной сети оставаться локальной (т.е не

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		19

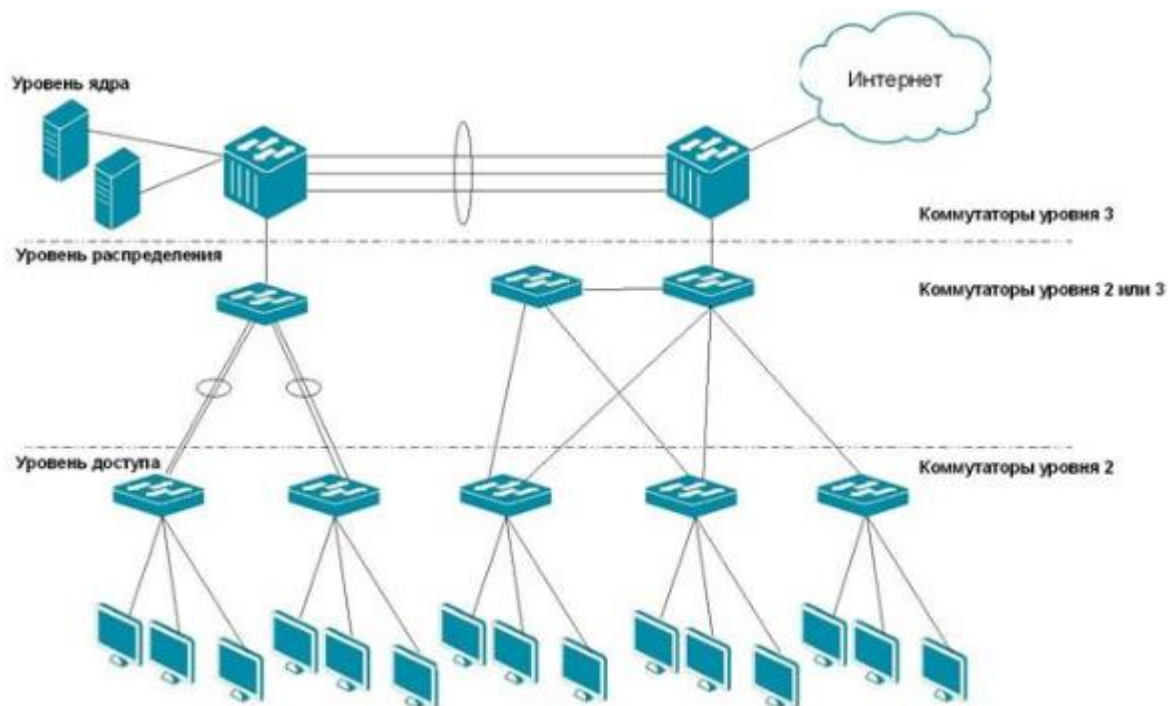
перегружать другие уровни). В случае если данные предназначены для других сетей, только тогда будет задействован более высокий уровень.

Фильтрация нежелательного трафика и управление вещанием для устройств второго уровня в плоской сети несколько сложная задача так как предоставляется мало аппаратных ресурсов для решения данной задачи. По мере того как к сети добавляются все больше и больше устройств время отклика сети ухудшается, и со временем сеть становится непригодной для использования.



**Рисунок 2.6 - Пример иерархической структуры сети**

Примечание: нет никаких абсолютов по тому как сеть организации должна быть собрана физически. Хоть сети многих организации построены на основе трехуровневой модели, однако это не является строгим требованием. Сети с меньшим количеством устройств и пользователей можно построить и на основе двухуровневой модели, в которых ядро и устройства уровня распределения объединены в один физический коммутатор. По-другому это называется «сжатое ядро».



**Рисунок 2.7 - Пример трехуровневой иерархической структуры сети**

В среде локальной сети уровень доступа предоставляет доступ к сети для терминалов. В среде WAN вы можете предоставить доступ к корпоративной сети для удаленных работников или удаленных узлов через WAN-соединения.

Как показано на рисунке, уровень доступа для сети малого бизнеса обычно включает в себя коммутаторы уровня 2 и точки доступа, которые обеспечивают связь между рабочими станциями и серверами.

Уровень доступа выполняет несколько функций, включая следующие:

- Высокая доступность
- Безопасность порта
- Классификация и маркировка QoS и доверительные пределы
- Проверка протокола разрешения адресов (ARP)
- Списки контроля виртуального доступа (VACL)
- Дерево расширения

Задачи уровня распределения заключается в том чтобы объединить данные, которые поступают от коммутаторов уровня доступа, прежде чем они будут переданы на основной уровень для маршрутизации к их конечному пункту

назначения. На иллюстрации уровень распределения является границей между доменами уровня 2 и сетью с маршрутизацией уровня 3.

Уровень распределения сводит данные, приобретенные от коммутаторов доступа, до того как они будут переданы на ведущей степени маршрутизации к их конечному пункту назначения. На рисунке.. показано степень рассредоточивания, которая считается границей между доменами значения 2 и сетью с маршрутизацией значения 3.

Оборудования распределительного уровня считаются центром в монтажных шкафах. Для сегментирования трудящихся групп и изоляции сетевых задач в среде офиса применяется маршрутизатор или же многоуровневый коммутатор.

Устройства распределительного уровня являются центром в монтажных шкафах. Для сегментирования рабочих групп и изоляции сетевых проблем в среде кампуса используется маршрутизатор или многоуровневый коммутатор.

Коммутатор уровня распределения может предоставлять восходящие услуги для многих коммутаторов уровня доступа.

Данный уровень предоставляет следующее:

- Агрегацию локальной или глобальной сети.
- Обеспечивает безопасность формы списков контроля доступа (ACL) и фильтрации.
- Услуги маршрутизации между сетями LAN и VLAN, а также между доменами маршрутизации (например, EIGRP в OSPF).
- Резервирование и балансировка нагрузки.
- Предел для агрегации и суммирования маршрутов, который настраивается в интерфейсах с основным уровнем.
- Управление доменом диффузии, поскольку ни маршрутизаторы, ни многоуровневые коммутаторы не пересылают широковещательные сообщения. Устройство функционирует как точка разграничения между широковещательными доменами.

Уровень ядра также известен как «магистральная сеть». Для уровня ядра можно использовать такие высокоскоростные сетевых устройства, как

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		22





при сохранении большинства преимуществ трехуровневой иерархической модели.

В примере на иллюстрации функциональные возможности уровня распределения и уровня ядра в многослойных коммутационных устройствах были ограничены.

Модель иерархической сети обеспечивает модульную структуру, которая обеспечивает гибкость проектирования сети и облегчает ее реализацию и решение проблем.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		24

## 3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ

### 3.1 Расчета нагрузок приходящие на сеть

МСС(Мультисервисная сеть) все услуги(телевидение, телефония и доступ в Интернет) которые предоставляются подобной сетью являются IP услугами, по другому их называют Triple play. Данными услугами занимается довольно большая часть полосы пропускания, в отличии от других услуг занимающие незначительную часть канала передачи. В связи с этим необходимо найти полосу пропускания для услуг Triple play, и оставить небольшой запас для остальных возможных услуг.

С целью избежать всех возможных проблем связанных с сетью, а также обеспечить ей максимальную надежность, нужно провести расчет для показания часа пиковой нагрузки на сеть.

#### Оценка трафика, генерируемая пользователями МСС

Исходными данными для расчета требуемой полосы пропускания услуг IP телефонии являются:

1. Максимальное число абонентов, которые могут использовать SIP терминалы и подключаться в пакетную сеть на уровне мультисервисного концентратора.  $N_{sip} = 150$  абонентов;

2. Тип используемого кодека в оборудовании, G.729 A;

Длина заголовка IP-пакета равна 58 байтам.

Для кодека G.729 A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс. Для вычисления полезной нагрузки пакета телефонии, который необходимо выделить для передачи в IP сети телефонии с учетом используемого кодека, необходимо рассчитать следующим образом:

$$U_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч. голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит/байт}}, \text{ байт} \quad (3.1)$$

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

где  $t_{\text{звуч.голоса}}$  - время звучания голоса мс,

$v_{\text{кодирования}}$  - скорость кодирования речевого сигнала Кбит/с.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 8}{8} = 20, \text{ байт}$$

Общий размер голосового пакета составит:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт} \quad (3.2)$$

где  $L_{\text{Eth, IP, UDP, RTP}}$  - длина заголовка Ethernet, IP, UDP, RTP протоколов соответственно байт

$Y_{\text{полезн}}$  - полезная нагрузка голосового пакета, байт.

$$V_{\text{пакета}} = 14 + 20 + 8 + 16 + 20 = 78 \text{ байт.}$$

Кодек G.729A транспортирует по 50 пакетов в секунду через шлюз. Эти данные позволяют определить полосу пропускания единичного вызова следующим образом:

$$\text{ПП}_{p_1} = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с} \quad (3.3)$$

где  $V_{\text{пакета}}$  - размер голосового пакета, байт.

$$\text{ПП}_{p_1} = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит/с.}$$

В реализующейся мультисервисной сети задается точка присутствия, которая имеет 150 голосовых портов. При использовании средств подавления пауз голосовой вызов можно сжать на 30%-50%. Из этого следуют, что для расчета полосы пропускания WAN для точки присутствия следует:

$$\text{ПП}_{\text{PWAN}} = \text{ПП}_{p_1} \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.4)$$

где  $\text{ПП}_{p_1}$  - полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,

$N_{\text{SIP}}$  - количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

VAD (Voice Activity Detection) - коэффициент механизма обнаружения пауз (0,7).

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		26

$$\text{ПП}_{\text{PWAN}} = 30 \cdot 150 \cdot 0,7 = 3150 \text{Кбит/с} = 3,2 \text{Мбит/с}$$

Выходит, что необходимо обеспечить полосу пропускания равную Мбит/с.

### Расчет трафика видеопотоков[10]

Для расчета среднего числа абонентов, которые нагружают один оптический узел используется следующая формула:

$$\text{AVS} = \frac{\text{NS}}{\text{FN}}, \text{ аб.}, \quad (3.5)$$

где NS – общее число абонентов, аб.,

FN – количество оптических сетевых узлов, шт.

$$\text{AVS} = 50/30 = 2, \text{ аб.}$$

Общее число абонентов, которые используют интерактивное телевидение одновременно на одном узле определяется коэффициентом IPVS Market Penetration:

$$\text{IPVS Users} = \text{AVS} \cdot \text{IPVS MP} \cdot \text{IPVS AF} \cdot \text{IPVS SH}, \text{ аб.}, \quad (3.6)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IPTV одновременно в ЧНН,

IPVS SH – коэффициент, показывающий, количество различающихся программ, которые принимаются одновременно.

$$\text{IPVS Users} = 2 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 2 \text{ аб.}$$

Если в квартире может приниматься видеопотоков в количестве n, то в этом случае будет считаться, что видеопоток принимают n абонентов.

Существует 2 режима принятия видео для абонентов: режим multicast и режим unicast. При этом пользователю, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов, принимающих эти потоки

$$\text{IPVS US} = \text{IPVS Users} \cdot \text{IPVS UU} \cdot \text{UUS}, \text{ потоков}, \quad (3.7)$$

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		27

где  $IPVS_{UU}$  – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

$UUS = 1$  – количество абонентов, приходящихся на один видеопоток.

$IPVS_{US} = 2 \cdot 0,3 \cdot 1 = 1$ , потоков.,

Если единичный групповой поток приходит одновременно нескольким пользователям, то количество индивидуальных потоков:

$$IPVS_{MS} = IPVS_{Users} \cdot IPVS_{MU}, \text{ потоков,} \quad (3.8)$$

где  $IPVS_{MU}$  – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$IPVS_{MS} = 2 \cdot 0,7 = 1$ , потоков.

Количество программ, предоставляемых провайдером определяет число доступных групповых видеопотоков. При классической вещательной системе каналы транслируются всегда, да тогда, когда не используются, в то время как в сети с подключенной услугой IPTV лишь некоторые потоки транслируются внутри области обслуживания. В данной мультисервисной сети расчёт берется на предоставление 60 программ, то есть на предоставление 60 групповых потоков.

Максимальное число видеопотоков доступных для использования абонентам, имеющих услугу группового вещания рассчитывается следующим образом:

$$IPVS_{MSM} = IPVS_{MA} \cdot IPVS_{MUM} IPVS, \text{ видеопотоков} \quad (3.9)$$

где  $IPVS_{MA}$  – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVS_{MUM}$  – процент максимального использования видеопотоков.

$IPVS_{MSM} = 60 \cdot 0,7 = 42$ , видеопотока

Выходит, что в одном сегменте с 25 активными абонентами необходимо транслировать 42 групповых видеопотока, т.е. из 60 доступных каналов используется только часть. При изменении числа активных пользователей в сети результат будет также изменяться. Например, если есть только один активный пользователь, он будет смотреть один канал и в сети будет транслироваться один видеопоток. То есть, если в определенный период в сети есть 10 пользователей, то

некоторые из них будут смотреть одинаковые каналы и тогда необходимо транслировать не все 10 каналов, а количество уникальных просматриваемых каналов.

При транслировании видеопотоков битовая скорость может изменяться. Средняя битовая скорость единичного видеопотока, передающегося со спутника, составляет 5 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит:

$$IPVSB = VSB \cdot (1 + SVBR) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.10)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с, SVBR – запас на вариацию битовой скорости.

$$IPVSB = 5 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,1) = 5,28, \text{ Мбит/с}.$$

Для расчета необходимой скорости передачи единичного видеопотока в режимах multicast и unicast необходимо провести следующие вычисления:

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.11)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.12)$$

где IPVS MS – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

IPVS US – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 1 \cdot 5,28 = 5,28 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVS\ UNB = 1 \cdot 5,28 = 5,28 \text{ Мбит/с}.$$

Групповые потоки передаются от главной станции к группе абонентов, для вычисления скорости для передачи максимального количества групповых видеопотоков в час наибольшей нагрузки необходимо использовать следующую формулу:

$$IPVS\ MNBM = IPVS\ MSM \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.13)$$

где IPVS MSM – число используемых видеопотоков среди доступных, IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		



$$IPVS\ MNBM = 42 \cdot 5,28 = 221,76 \text{ Мбит/с.}$$

Для расчета полной пропускной способности в IP сети с услугами предоставления телевидения на одном оптическом узле необходимо произвести следующее действие:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с,} \quad (3.14)$$

где  $IPVS\ MNB$  – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$IPVS\ UNB$  – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 5,28 + 5,28 = 10,56 \text{ Мбит/с.}$$

Выходит, что для подключения услуги IP TV на один сетевой узел полоса пропускания должна быть равна 10,56 Мбит/с.

### **Расчет трафика передачи данных[10]**

В начале своего появления задача компьютерных сетей была в том чтобы предоставить пользователям общий доступ к ресурсам каждого отдельно взятого компьютера: файлам, программам, устройствам и т.д. Трафики телефонного и кабельного телевидения значительно отличаются от трафика данной службы. Создаваемый трафик компьютерными данными поступает в сеть с неравномерной интенсивностью. В качестве примера можно привести то, что коэффициент пульсации трафика каждого отдельно взятого абонента сети, равный отношению средней интенсивности обмена данными к максимально допустимой, может достигать 1:50 и даже 1:100. В случае если коммутаторы обслуживают большое количество пользователей, то пульсации распределяются так, что они не совпадают своими пиками и коэффициент пульсации на магистральных каналах заметно снижается.

В час наибольшей нагрузки количество активных пользователей является лишь частью от максимального числа абонентов, при этом количество активных пользователей может меняться. Для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		30

этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим для расчета количества активных пользователей нужно рассчитать:

$$AS = TS \cdot DAAF, \text{ аб}, \quad (3.15)$$

где  $TS$  – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

$DAAF$  – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = (320/30) \cdot 0,8 = 9 \text{ аб.}$$

Для обеспечения нормального соединения с пользователем нужно сделать расчет средней пропускной способности сети.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS \cdot ADBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.16)$$

где  $AS$  - количество активных абонентов, аб,

$ADBS$  – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

$OHD$  – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (9 \cdot 2) \cdot (1 + 0,1) = 19,8 \text{ Мбит/с.}$$

Для определения средней пропускной способности необходимо рассчитать:

$$BUDA = (AS \cdot AUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (3.17)$$

где  $AS$  - количество активных абонентов, аб,

$AUBS$  – средняя скорость передачи данных, Мбит/с;

$OHU$  – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке.

$$BUDA = (9 \cdot 0,5) \cdot (1 + 0,15) = 5,175 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность сети определяется количеством пользователей, принимающих данные в течении небольшого промежутка времени. Для определения числа таких абонентов необходимо рассчитать:

$$PS = AS \cdot DPAF, \text{ аб}, \quad (3.18)$$

где  $DPAF$  – процент абонентов, одновременно принимающих или

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

передающих данные в течении короткого интервала времени.

$$PS = 9 \cdot 0,7 = 6, \text{ аб.}$$

Пиковая пропускная способность необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки:

$$BDDP = (PS \cdot PDBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.19)$$

где PDBS – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

$$BDDP = (6 \cdot 3) \cdot (1 + 0,1) = 19,8 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS \cdot PUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (3.20)$$

где PUBS – пиковая скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (6 \cdot 1,5) \cdot (1 + 0,15) = 10,35 \text{ Мбит/с.}$$

Вышло, что пиковая пропускная способность выше чем средняя.

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети:

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.21)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.22)$$

где BDD – пропускная способность для приема данных, Мбит/с, BDU – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max} [19,8; 19,8] = 19,8 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max} [5,175; 10,35] = 10,35 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (3.23)$$

где BDD – максимальная пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

BDU – максимальная пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 19,8 + 10,35 = 30,15 \text{ Мбит/с.}$$

Для обеспечения передачи данных между пользователями сети на одном узле необходима полоса пропускания равная 30,15 Мбит/с.

### Расчет трафика предоставления услуг доступа сети Internet[10]

Все расчеты параметров проектируемой сети приводятся, принимая во внимание следующие исходные данные:

Только 10% из числа пользователей могут находиться в сети одновременно. Из них 20% в час наибольшей нагрузке (ЧНН). Из этих 20% только 25% загружают данные.

Расчёт числа активных абонентов, работающих на средней скорости по формуле:

$$N_{\text{act subser}} = \text{ННР} \cdot \text{DP} \cdot \text{DAAF}, \text{ аб}, \quad (3.24)$$

где ННР – общее число абонентов проектируемой сети;

DP – характеристика проникновения трафика данных;

DAAF – фактор активности.

$$N_{\text{act subser}} = 590 \cdot 1 \cdot 0.2 = 118, \text{ аб.}$$

Далее рассчитаем количество абонентов, одновременно принимающих и передающих данные по формуле:

$$\text{Peak}_{\text{subser}} = \text{ННР} \cdot \text{DP} \cdot \text{DPeakAF}, \text{ аб.} \quad (3.25)$$

$$\text{Peak}_{\text{subser}} = 590 \cdot 1 \cdot 0.1 = 59, \text{ аб.}$$

Для определения требуемой полосы пропускания для среднего и пикового трафика необходимо рассчитать среднюю и пиковую полосу пропускания в ЧНН для восходящего и нисходящего трафика и выбрать из них максимальный.

$$\text{BWDA} = (N_{\text{act subser}} \cdot \text{BWA}_{\text{per subser}}) \cdot (1 + \text{ОН}), \text{ Мбит/с}, \quad (3.26)$$

$$\text{BWDPeak} = (\text{Peak}_{\text{subser}} \cdot \text{BWP}_{\text{per subser}}) \cdot (1 + \text{ОН}), \text{ Мбит/с}, \quad (3.27)$$

где  $BWA_{\text{per subscriber}}$  - средняя полоса пропускания, приходящаяся на 1 абонента (50000 кбит/с),

$BWP_{\text{per subscriber}}$  – пиковая полоса пропускания на 1 абонента (100000 кбит/с),

ОН – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1).

$$BWDA = (118 \cdot 50000) \cdot (1 + 0,1) = 649, \text{ Мбит/с},$$

$$BWDPeak = (59 \cdot 100000) \cdot (1 + 0,1) = 649, \text{ Мбит/с}.$$

Для определения требуемой полосы пропускания определим максимальное значение между пиковой и средней пропускной способностью:

$$BWData = \text{MAX}[BWDA; BWDPeak], \text{ Мбит/с}. \quad (3.28)$$

$$BWData = \text{MAX}[649; 649] = 649 \text{ Мбит/с}.$$

Таким образом для реализации услуги доступа к глобальной сети Internet полоса пропускания каждого проектируемого узла должна составлять 649 Мбит/с.

### **Определение телеграфика МСС[10]**

Полоса пропускания для передачи и приема трафика телефонии, видео, данных и доступа к сети Internet на одном оптическом узле составит:

$$\text{ППр}_{\text{Triplay}} = \text{ППр}_{\text{WAN}} \cdot AB + BD + BWData, \text{ Мбит/с}, \quad (3.29)$$

где  $\text{ППр}_{\text{WAN}}$  – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с,

BWData - пропускная способность для предоставления услуги доступа к сети Internet, Мбит/с.

$$\text{ППр}_{\text{Triplay}} = 3,2 + 10,56 + 30,15 + 649 = 693 \text{ Мбит/с}.$$

Из расчета можно сделать вывод, что требуемую полосу пропускания внутри сетевого узла может обеспечить технология Ethernet.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

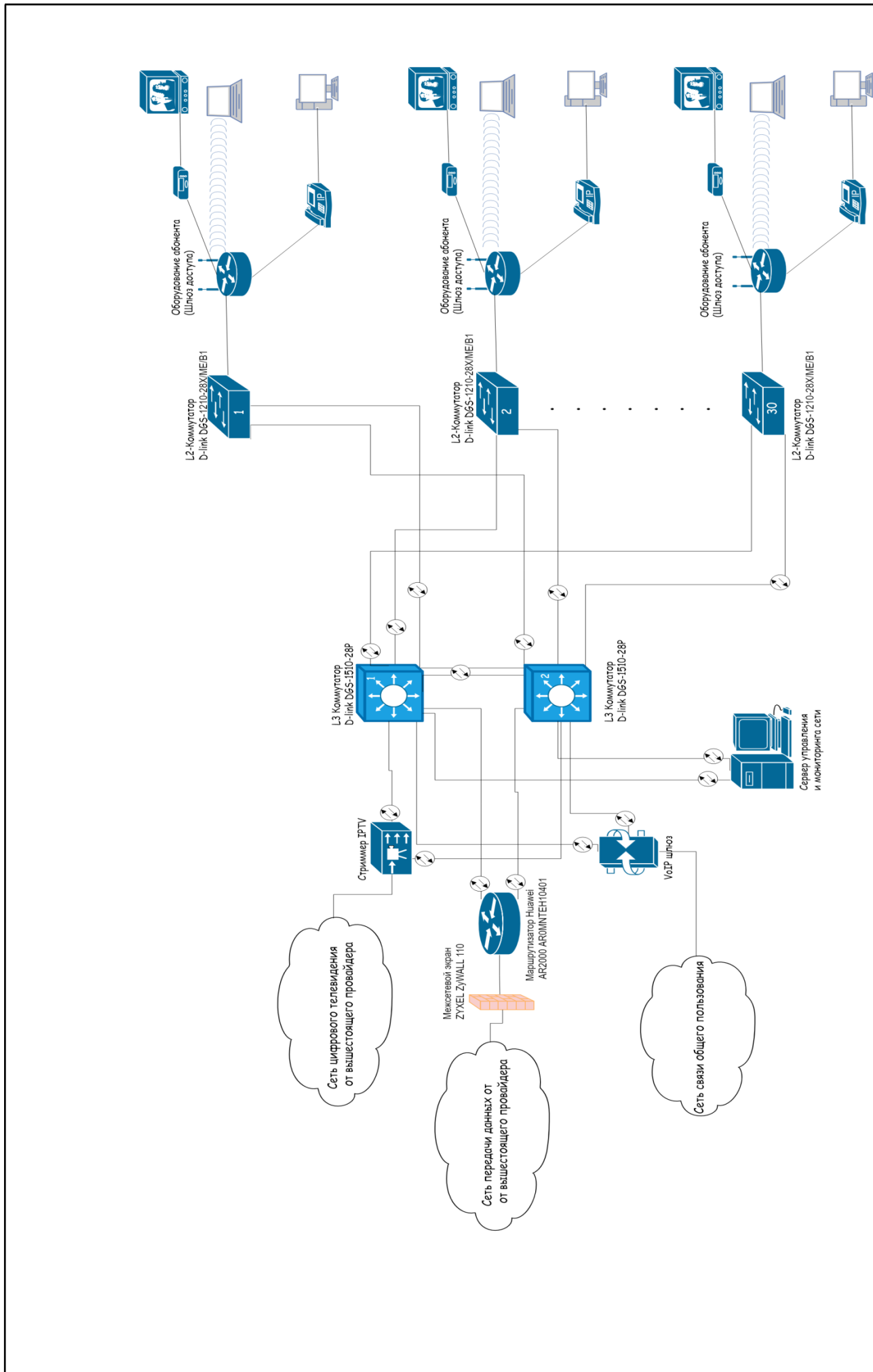


Рисунок 3.1 – Схема оборудования для проектируемой сети

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11120005.11.03.02.832.ПЗВКР

## 4 ПОДБОР ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Для обеспечения высокой и надежной скорости передачи данных, на участке от АТС до торгово-офисного комплекса будет использоваться оптоволоконная линия связи.

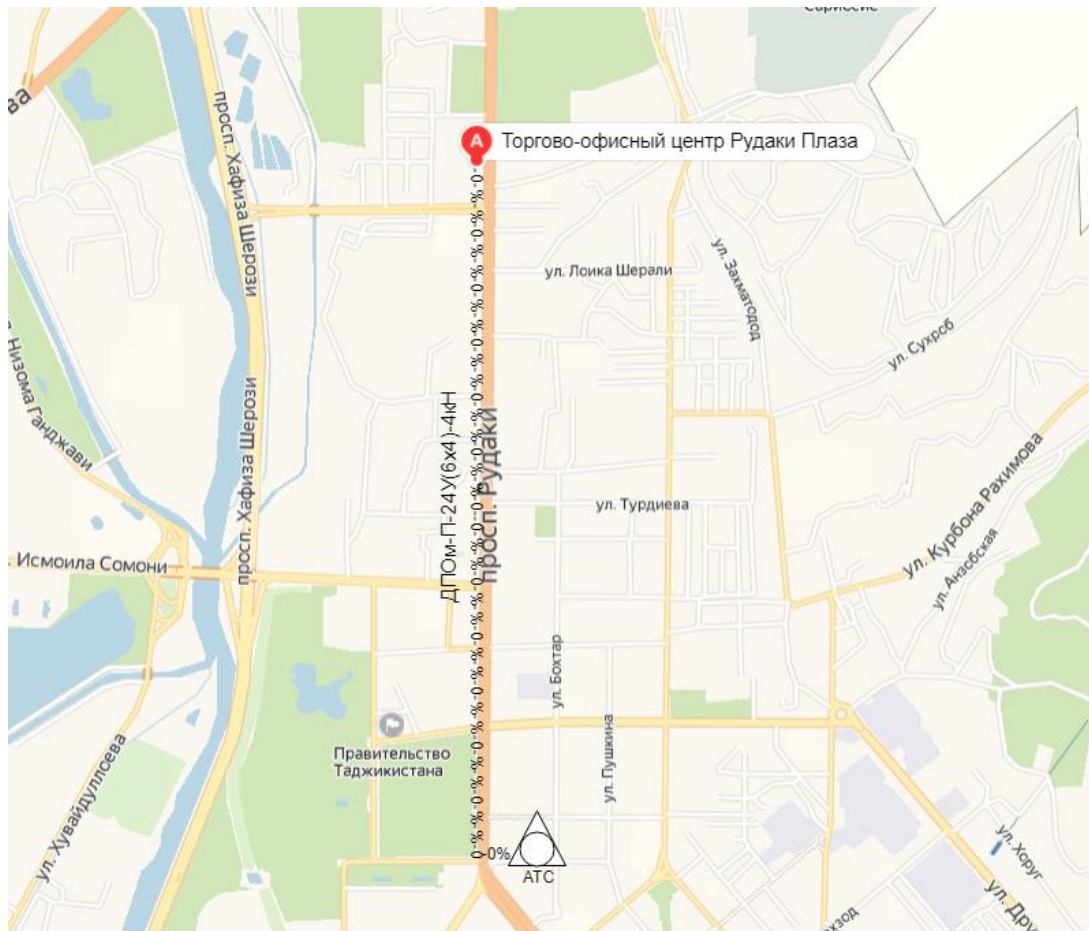


Рисунок 4.1 – Схема прокладки оптического кабеля ДПОМ

Расстояние от АТС до торгово-офисного комплекса не такое большое, и путь трассы прямой и проходит возле автомобильной дороги, логично будет проложить оптический кабель подвесным методом, так как рядом с дорогой находится большое количество осветительных опор, на которые можно подвесить кабель. Причина выбора данного метода заключается в том, что строительство линии происходит намного быстрее, нежели при других методов (таких как прокладка по грунту), также снижаются капитальные и эксплуатационные затраты.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

## 4.1 Кабель для обеспечения связи от АТС до торгового-офисного комплекса

Для прокладки был выбран оптический кабель GYTC8S-4core от китайской оптической кабельной компании Softel. Маркировка кабеля приведена на английском языке, при переводе на российскую маркировку ДПОМ-П-24У(6х4)-4кН. Далее в таблицах 4.1 - 4.3 представлены все основные характеристики данного кабеля.

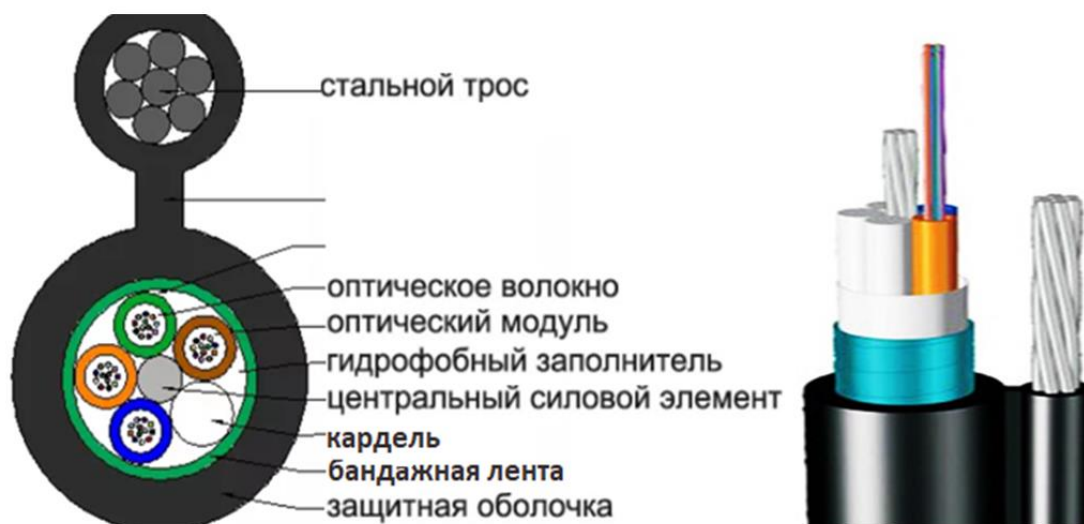


Рисунок 4.2 – Структура оптического кабеля ДПОМ

Таблица 4.1 - Структура кабеля и его параметры

Кол-во Волокн	Кол-во волокн модуле	Общая блок Кол-во (Lt + fr)	Диаметр стальной проволоки	Толщина оболочки	Размеры Кабеля Ш * В	Вес
			Мм	Мм	Мм	
24	6	4LT + 1FR	3.0 мм	1.8	10.8*19.0	197

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

11120005.11.03.02.832.ПЗВКР

Лист

37



**Таблица 4.2 - Свойства одномодового оптического волокна (ITU-T rec. G.652D)**

Параметр	Значение
Тип волокна	Одномодовый
Материал волокна	Легированный кварц
Коэффициент затухания	
1310нм	0.36 дБ/км
1383нм	0.32 дБ/км
1550нм	0.22 дБ/км
1625нм	0.30 дБ/км
Точка разрыва	0.05 дБ
Кабельная длина волны отсечки	1260 нм
Нулевая дисперсия волны	1300 ~ 1324 нм
Нулевая дисперсия склона	0.093 пс./( $\text{nm}^2 \cdot \text{km}$ )
Хроматическая дисперсия	
1288 ~ 1339 нм	3.5 пс./( $\text{нм} \cdot \text{Км}$ )
1271 ~ 1360 нм	5.3 пс /( $\text{нм} \cdot \text{Км}$ )
1550 нм	18 пс /( $\text{нм} \cdot \text{Км}$ )
1625 нм	22 пс /( $\text{нм} \cdot \text{Км}$ )
Поле режима диаметр 1310 нм	$9.2 \pm 4$ мкм
Диаметр оболочки	$125.0 \pm 0.7$ мкм
Диаметр первичного покрытия	$245 \pm 10$ мкм
Доказательство тест уровня	100 KPSI (= 0.69 гПа), 1%

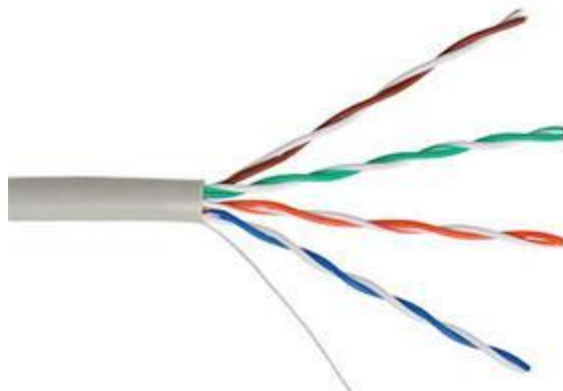
**Таблица 4.3 - Температурный диапазон**

Диапазон рабочих температур	-40С° до + 60С°
Диапазон температуры хранения/транспортировки	-50С° до + 70С°
Диапазон температуры установки	-20С° до + 50С°

#### **4.2 Кабель для подключение оконечных устройств к коммутаторам уровня доступа**

Для реализации данного проекта была выбрана технология FTТВ. Данная технология проста в реализации, так как внутри здания протягивается не оптоволокно, а медный, что делает данную технологию выгодной с точки зрения монтажа и стоимости различных оптических компонентов. Для того чтобы

обеспечить пользователей высокоскоростным доступом в интернет необходимо чтобы выбранный медный кабель соответствовал стандарту Fast Ethernet. В данной роли хорошо подходит UTP кабель cat 5e. Далее на рисунке 4.2 и в таблице 4.4 приводится подробное описание выбранного кабеля.



**Рисунок 4.3 – Кабель витой пары**

**Таблица 4.4 – Характеристики кабеля витой пары**

Артикул	ССА-UU004-5E-PVC-GY
Категория	cat 5e
Полоса пропускания, МГц	100
Тип	U/UTP
Количество пар	4
Материал проводников	Плакированный медью алюминий (ССА)
Тип проводников	Одножильный
Диаметр проводников, мм	0,50
Материал изоляции проводников	Полиэтилен высокой плотности (HDPE)
Толщина изоляции проводников, мм	0,2
Внешний диаметр изоляции проводников, мм	0,9
Материал внешней оболочки	Поливинилхлорид (PVC)
Применение	Для внутренней прокладки
Толщина оболочки, мм	0,55
Цвет оболочки	Серый
Защитная пленка	нет
Разрывная нить	Есть

Погонная масса, кг/км	20,2
Радиус изгиба при прокладке, D	Не менее 8
Радиус изгиба при эксплуатации, D	Не менее 4
Растягивающее усилие, Н	Не более 80
Прочность на разрыв, Н	Не более 400
Волновое сопротивление, Ом	100±15
Погонное сопротивление по постоянному току, Ом/км	180
Соответствие стандартам	ISO/IEC 11801, EN 50173 и TIA/EIA - 568
Диапазоны температур, С	Хранение от - 20 до + 60 Прокладка от 0 до + 50 Эксплуатация от - 20 до + 60

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		40

## 5 ОБОРУДОВАНИЕ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЕ НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПРИОБРЕТЕНИЯ И РАСЧЕТ ИХ СТОИМОСТИ

При реализации неважно, какого проекта будь-то это строительство здания, прокладка асфальта на дороге или в нашем случае проектирование мультисервисной сети связи, требует на начальном этапе вложения денежных средств.

Для того чтобы понять какое количество денежных средств необходимо для запуска проекта, нужно проделать ряд расчет касаящихся затрат на эксплуатируемое оборудование а также затраты на расходные материалы составляющие львиную долю денежного вложения.

Собственно для запуска проекта необходимо: покупка оборудования; установка и монтаж оборудования; покупка оптического и медного(UTP) кабеля; прокладку кабеля(оптического) в канализацию; остальные непредвиденные расходы.

### 5.1 Первоначальные денежные вложение на запуск проекта

Далее в таблице 5.1 представлены все основные денежные затраты на покупку оборудование.

Таблица 5.1 – Общее кол-во приобретаемого оборудования

№	Наименование	Кол-во	Стоимость ( руб.)	Всего затрат ( руб.)
1	Маршрутизатор Huawei AR2000 AR00MNTEN10401 [12]	1	138 204	138 204
2	Коммутатор уровня доступа D-link DGS-1210-28X/ME/B1 [13]	30	20 307	609 210
3	Коммутатор уровня агрегации D-link DGS-1510-28P [14]	2	34 987	69 974

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

4	Сервер Dell Poweredge R240 [17]	1	66 900	66 900
5	Голосовой шлюз SMG-1016М [15]	1	118 458	118 458
6	Межсетевой экран Zyxel ZyWALL 110 [16]	1	42 744	42 744
7	PD1-IP1-B3.6 v.2.0.2 Купольная 1Мп IP-камера [11]	70	2000	140 000
<b>В сумме</b>				<b>1 325 490</b>

В таблице 5.2 представлены все основные денежные затраты на прокладку линейно-кабельных сооружений

**Таблица 5.2 – Стоимость установки оборудования и прокладки линии связи**

Наименование	Кол-во	Стоимость ( руб.)	
		за единицу	всего
ДПОМ-П-24У(6х4)-4кН, м [18]	1850	20	37000
Кабель NETLAN U/UTP 4 пары, Cat.5e, внутренний, PVC, одножильный ССА (омедненный алюминий), 100МГц, м [19]	305	2491	2491
<b>В сумме</b>			<b>39 491</b>

Денежные средства необходимые для прокладки кабеля рассчитываются по следующей формуле:

$$K_{\text{каб}} = L \cdot Y \quad (5.1)$$

где L – длина расстояния прокладки кабеля,

Y – цена за 1 м. прокладки кабеля.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР					

Наименование

$$K_{\text{каб}} = 1850 * 128 = 236800 \text{ руб.}$$

Далее посчитаем сумму капитальных вложений, она рассчитывается по формуле:

$$K_B = (K_{\text{пр}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смр}} + K_{\text{т/у}} + K_{\text{зер}} + K_{\text{пнр}}) \cdot K_{\text{об}} + K_{\text{лс}} + K_{\text{каб}}, \text{ руб.} \quad (5.2)$$

где  $K_{\text{пр}}$  - Затраты на приобретение оборудования,

$K_{\text{тр}}$  - таможенные расходы (4% от  $K_{\text{пр}}$ ),

$K_{\text{смр}}$  - монтажно - строительные расходы (20% от  $K_{\text{пр}}$ ),

$K_{\text{т/у}}$  - расходы на тару и упаковку (0,5% от  $K_{\text{пр}}$ ),

$K_{\text{зер}}$  - заготовительно - складские расходы (1,2% от  $K_{\text{пр}}$ ),

$K_{\text{пнр}}$  - прочие непредвиденные расходы (3% от  $K_{\text{пр}}$ ).

$$K = K_{\text{обор}} + K_{\text{лкс}}, \text{ руб} \quad (5.3)$$

$$K = 1325490 + 39491 = 1364981$$

Сумма расходов на строительство ЛКС(линейно-кабельные сооружения) составит 1364981 рублей.

$$K_B = (1364981) * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + (1364981) + 236800 = \\ = 1993530$$

Итоговая сумма необходимых денежных вложений равна 1 993 530 рублей.

## 5.2 Подсчет всех основных эксплуатационных расходов

Расходы на производство и предоставления услуг – эксплуатационные расходы. К эксплуатационным расходам относятся любые расходы на обслуживание сети, а также ее содержание. Эти расходы имеют текущий характер. Эксплуатационные расходы являются себестоимостью услуг связи в денежном варианте.

Для нахождения эксплуатационных расходов по проектированию используют перечисленные статьи:

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

В таблице 5.3 показано количество рабочего персонала:

**Таблица 5.3 – Персонал обслуживающий сеть**

Наименование должности	Оклад	Кол - во, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	20 000	1	30 000
Системный администратор	18 000	1	23 000
Монтажник	12 000	1	18 000
Всего:		3	71 000

Оплату труда за год или ФОТ (годовой фонд оплаты) рассчитывается по формуле:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^K (T \cdot P_i \cdot I_i) \cdot 12, \text{руб.} \quad (5.4)$$

где  $I_i$  – количество работников каждой категории,

$P_i$  – заработная плата работника каждой категории, руб, 12 – количество месяцев,

$T$  – коэффициент премии (так как премии не предусмотрены, то  $T=1$ ).

$$\text{ФОТ} = (30000 + 23000 + 18000) \cdot 12 = 852000 \text{ руб}$$

С 1 января 2010 года каждое предприятие обязано выплачивать страховые взносы. На 2019 год этот показатель составляет порядка 30% от заработной платы.

$$\text{СВ} = \text{ФОТ} \cdot 0.3, \text{руб} \quad (5.5)$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

где ФОТ – годовой фонд оплаты, руб.

$$СВ = 852000 \cdot 0.3 = 255600 \text{ руб}$$

Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов:

$$АО = \frac{T}{F}, \text{ руб} \quad (5.6)$$

где T – стоимость оборудования,

F – срок службы этого оборудования.

$$АО = \frac{1325490}{10} = 132549, \text{ руб}$$

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др.

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$З_{\text{эн}} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (5.7)$$

где T = 1.32 руб./кВт час – тариф на электроэнергию;

P = 9.6 кВт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят:

$$З_{\text{эн}} = 1.32 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 9.6 = 111006.72, \text{ руб}$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от основных производственных фондов и определяются по формуле:

$$З_{\text{мз}} = КВ \cdot 0,035 \quad (5.8)$$

где КВ – капитальные вложения, затраты на оборудование

$$З_{\text{мз}} = 1486033 \cdot 0,035 = 69774, \text{ руб}$$

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45



Общие материальные затраты равны:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{эп}} + Z_{\text{мз}} \quad (5.9)$$

где  $Z_{\text{эп}}$  – затраты на оплату электроэнергии;

$Z_{\text{м}}$  – материальные затраты.

$$Z_{\text{общ}} = 111007 + 69774 = 180781 \text{ руб}$$

Прочие расходы предусматривают общие производственные ( $Z_{\text{пр}}$ ) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ( $Z_{\text{эк}}$ ):

$$Z_{\text{пр}} = \text{ФОТ} \cdot 0,15 \quad (5.10)$$

$$Z_{\text{эк}} = \text{ФОТ} \cdot 0,25 \quad (5.11)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

$$Z_{\text{пр}} = 852000 \cdot 0,15 = 127800 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{эк}} = 852000 \cdot 0,25 = 213000, \text{руб}$$

Таким образом, вычислим прочие расходы:

$$Z_{\text{эк}} = 127800 + 213000 = 340800 \text{ руб}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов записаны в таблицу 5.4.

**Таблица 5.4 – Результат всех основных эксплуатационных расходов**

Наименование затрат	Сумма затрат, руб	Удельный вес статей, %
ФОТ	852 000	48.3
Страховые взносы	255 600	14.5
Амортизаци онные отчисления	132 549	7.5
Материальные затраты	180 781	10.4
Прочие расходы	340 800	19.3
<b>Итого</b>	<b>1 761 730</b>	<b>100</b>

По проделанным расчетам годовые расходы составили **1 761 730** рублей.

### 5.3 Подсчет доходов

Так как объектом проектирования является торгово-офисный центр, и все помещения будут сдаваться в аренду разным организациям, то цены на тарифы абонентам будут выдвигаться как юридическим лицам. Общее количество организаций в торгово-офисного центре составляет 50. Цены за тарифы устанавливались исходя из того какие цены у других провайдеров конкурентов.

В таблице 5.5 представлены тарифы на услуги связи от компании провайдера «Сатурн-онлайн» в г. Душанбе. [23]

**Таблица 5.5 – Стоимость предоставляемых услуг компанией провайдером «Сатурн-онлайн»**

Услуги	Телефонная связь	Интернет			Телевидение
		До 30 мБит/с	До 50 мБит/с	До 100 мБит/с	
Цена, руб/мес	360	1500	2000	2500	1200

В таблице 5.6 приведены тарифы для юридических лиц, т.е. плата за использования различных услуг. Необходимо ввести тарификацию, чтобы сделать расчет доходов на использование различных предоставляемых услуг.

**Таблица 5.6 – Стоимость тарифов для абонентов**

Наименование предоставляемых услуг	Стоимость, руб.
IP - телефония Юридические лица	400
Доступк сети Интернет 100мБит/с Юридические лица	2800
IP - TV Юридические лица	1500

Годовой доход за предоставление абонентам доступа к различным услугам рассчитывается как:

$$D_{\text{год}} = \sum_{i=1}^J N_i \cdot B_i \cdot 12 \quad (5.12)$$

где  $N$  – размер абонентской платы за конкретный вид услуги в месяц,  
 $B$  – количество абонентов, пользующихся конкретной услугой.

**Таблица 5.7 – Количество доходов от предоставляемых услуг**

Год	Количество абонентов	Доход, руб.	
		Сумарный за месяц	Сумарный за год
1	50	235 000	2 820 000
2	50	235 000	2 820 000
3	50	235 000	2 820 000
4	50	235 000	2 820 000
5	50	235 000	2 820 000

Суммарный расчет пользователей, которые пользуются различными услугами был равен 590. Из них 320 пользователей услуг доступа в сеть Интернет, 150 пользователей IP-телефонии, 50 пользователей IP-TV и 70 пользователей системой видеонаблюдения.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ

Одной из главных необходимостей является нахождения показателей периода окупаемости проекта, то есть тот период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль.

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец  $i$ -го периода времени. Данный метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Данный показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (6.1):

$$NPV = PV - IC \quad (6.1)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.2);

IC - отток денежных средств в начале  $n$ -го периода, рассчитываемый по формуле (6.3).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.2)$$

где  $P_n$  – доход, полученный в  $n$ -ом году,

$i$  - норма дисконта,

$T$  - количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (6.3)$$

где  $I_n$  - инвестиции в  $n$ -ом году,

$i$  - норма дисконта,

$m$  - количество лет, в которых производятся выплаты.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	11120005.11.03.02.832.ПЗВКР				

В формулах (6.22) и (6.23)  $n=0$ , так как нулевой год это год ввода сети в эксплуатацию. В этот год доходы отсутствуют, а присутствуют только затраты на закупку оборудования и оплату годовых расходов.

**Ставка дисконта** — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки.

Используемая ставка дисконта составляет приблизительно 11 %. Нулевым годом считается год реализации проекта.

Параметр  $P$  показывает доход, полученный за текущий год. Не стоит забывать, что в таблице 24 приведены доходы от конкретного количества абонентов, которые были подключены за год, т.е. без учета уже имеющих абонентов. Таким образом, чтобы вычислить доход, например за 2 год, необходимо суммировать доход от подключения абонентов на 2 году и доход от абонентской платы за год (для абонентов подключенных именно во втором году), а также прибавить доход от абонентской платы для абонентов, которые были подключены до этого года, но НЕ включать стоимость подключения. Т.е.:

$$P_i = P_{\text{подкл}(i)} + P_{\text{аб}(i)} + \sum_{i=2}^T P_{\text{подкл}(i-1)} - P_{\text{аб}(i-1)} \quad (6.4)$$

где  $T$  - расчетный период, а  $P_{\text{подкл}(i-1)}$ ,  $P_{\text{аб}(i-1)}$  - это те доходы которые приходят от подключения абонентов и их абонентской платы за год. В таблице 6.1 приведены расчеты NPV для проекта

**Таблица 6.1 – Показатели NPV проекта**

Год	Доходы(P)	PV	Расходы(I)	IC	NPV
0	0	0	3 755 260	3 755 260	-3 755 260
1	2 820 000	2 820 000	1 761 730	5 516 990	-2 696 990
2	2 820 000	5 358 000	1 761 730	7 102 547	-1 744 547
3	2 820 000	7 642 200	1 761 730	8 529 548	-887 348
4	2 820 000	9 757 200	1 761 730	9 833 228	-76 028
5	2 820 000	11 674 800	1 761 730	10 978 352	696 448

По данным которые показаны в таблице 6.1, ожидается что проектируемая

сеть окупится через 5 лет, потому что в конце 5 года NPV имеет положительное значение.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается промежуток времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (6.5)$$

где T - значение периода, где денежный доход меняет свой знак с “-” “+”

$NPV_n$  - положительный чистый денежный доход в n году;

$NPV_{n-1}$  - отрицательный чистый денежный доход по модулю в n - 1 году.

$$PP = 5 + \frac{|-76028|}{(|-76028| + 696448)} = 5.1 \text{ года}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 5.1 года.

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		51

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}}} \quad (6.6)$$

$$PI = \frac{14100000}{12563910} = 1.12$$

Так как  $PI > 1$ , то проект следует принимать. Индекс  $PI$  следует рассчитывать для момента, когда проект окупается. Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из  $PI$  вычесть 1.

Внутренняя норма доходности ( $IRR$ ) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Экономический смысл показателя  $IRR$  заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше  $IRR$ , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект.  $IRR$  должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (6.7)$$

где  $i$  – ставка дисконтирования

Расчет показателя  $IRR$  осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта  $i_1$  и  $i_2$ , чтобы в их интервале функция  $NPV$  меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		52

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (6.8)$$

где  $i_1$  – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором  $NPV > 0$ ;

$i_2$  – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором  $NPV < 0$ .

Расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 11 + \frac{696448}{696448 + 2901866} \cdot (15 - 11) = 11,77\%$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 11,77 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 11 %, таким образом, проект следует принять. В случае если,  $IRR < I$  проект нецелесообразен для реализации.

## 6.1 Анализ технико-экономических результатов

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели разработанного проекта

Показатели	Численные значения
Количество организаци й, шт	50
Капитальны е затраты, руб	3755260
Ежегодные эксплуатаци онные расходы, руб, в том числе	1761730
Фонд оплаты труда	852000
Страховые взносы	255600
Амортизаци онные отчисления	132549
Материальные затраты	180781
Внутренняя норма доходности (IRR)	11,77%
Индекс рентабельности (PI)	1,12
Срок окупаемости, год	5 лет и 1 месяц



Приведённые показатели технико-экономического анализа, показывают, что при первоначальном денежном вложении в МСС в размере 3 755 260 рублей, то проект ожидаемо окупится за 5 лет и 1 месяц. Что говорит нам о том, что данный проект МСС эффективен с точки зрения принятых по нему решений во время проектирования.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		54

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе создания проекта были предложены рекомендации по построению МСС(мультисервисной сети) для торгово-офисного центра «Рудаки Плаза», находящегося в городе Душанбе Республики Таджикистан. В работе предоставлены описание инфраструктуры здания, также составлен список предоставляемых услуг.

Расчета нагрузки поступающая на сеть, которая генерируется абонентами, покупка нужно количества оборудования, схема линейно-кабельных сооружений по трассе от торгово-офисного центра до АТС, это все входит в техническую часть проекта.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество организации торгово-офисного центра составило 50, для них были определены основные мультисервисные услуги - IP-телефония, IPTV, VoD (видео по запросу), доступ к сети Интернет, видеонаблюдение за территорией.

Оборудования для обслуживания сети подбирались по соотношению цена\качество, соответствия стандартам ISO и IEEE и наличием сертификатов подтверждающих данные стандарты, и качественной и надежной работой и т.д.

Показатели технико-экономического анализа, которые были приведены, показывают, что при первоначальном денежном вложении в МСС в размере 3 755 260 рублей, то проект ожидаемо окупится за 5 лет и 1 месяц. Что говорит нам о том, что данный проект МСС для торгово-офисного центра «Рудаки Плаза», находящегося в городе Душанбе Республики Таджикистан эффективен с точки зрения принятых по нему решений во время проектирования.

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		55

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Девицына, С.Н. Проектирование волоконно-оптических систем связи с применением цифрового телекоммуникационного оборудования: Учебно-методическое пособие по дисциплине «Направляющие среды электросвязи» для студентов направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи / С.Н. Девицына. – Белгород, 2018

2. Д. Куроуз, К. Росс. Компьютерные сети: Нисходящий подход [Текст]: пер. с англ. / – 6-е изд.-Москва: Издательство «Э», 2016. – 912с. - (Микровой компьютерный бестселлер).

3. Ершов В. А., Кузнецов Н. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети [Текст]: учебное пособие / В. А. Ершов - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 224 с.

4. Г. Н. Кузьменко, В. В. Кузнецов, С. М. Чудинов. Принципы построения и методы оценки надежности мультисервисных сетей связи [Текст]: / Г. Н. Кузьменко – М.: Издательство, 2005. – 194с.

5. Технология xDsl [Электронный ресурс]/ <https://ru.wikipedia.org> – свободная энциклопедия/ URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/xdsl> (дата обращения: 06.05.2019 г.)

6. История сетевых телекоммуникаций [Электронный ресурс]/ <https://nethistory.wordpress.com/> – Журнал о сетевых технологиях/ URL: <http://nethistory.wordpress.com/2011/02/01/fttx-pon/> (дата обращения: 06.05.2019 г.)

7. С.Хабаров - Тема7 "Сетевые технологии" [Электронный ресурс]/ <http://www.habarov.spb.ru> – Личный сайт С. Хабарова, доцента кафедры информационных систем и технологий СПбГЛТУ / URL: <http://www.habarov.spb.ru/net/net7/lek7.htm> (дата обращения: 29.05.2019 г.)

8. Все про технологию FTТх [Электронный ресурс]/ <http://fiberopticnetwork66.blogspot.eu> – Блог про оптические сетевые технологии URL: <http://fiberopticnetwork66.blogspot.eu/category/fiber-optic-netwowrk/> (дата обращения: 18.05.2019 г.)

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		56

9. xPON - пассивные оптические сети [Электронный ресурс]/ <https://neoi.ru/> – сайт компании Neo/ URL: <http://neoi.ru/pon> (дата обращения: 06.05.2019 г.)
10. Расчет нагрузок мультисервисных сетей связи [Электронный ресурс]/ <https://studbooks.net> – Студенческая библиотека онлайн/ URL: [https://studbooks.net/1267968/tehnika/raschet\\_nagruzok\\_multiservisnyh\\_setey\\_svyazi](https://studbooks.net/1267968/tehnika/raschet_nagruzok_multiservisnyh_setey_svyazi) (дата обращения: 29.05.2019 г.)
11. Каталог сетевого оборудования Huawei [Электронный ресурс]/ <http://www.huawei-sale.ru> – Компания Huawei Sale: сетевое и серверное оборудование Huawei, комплектующие Huawei/ URL: <http://www.huawei-sale.ru/setevoe-oborudovanie-huawei/> (дата обращения: 21.05.2019 г.)
12. Цена на маршрутизатор Huawei AR2000 AR0MНTEH10401 [Электронный ресурс]/ <http://www.huawei-sale.ru> – сетевые серверные решения/ URL: <http://www.huawei-sale.ru/setevoe-oborudovanie-huawei/marshrutizatory-huawei/marshrutizator-huawei-ar2000/> (дата обращения: 21.05.2019 г.)
13. Цена на коммутатор уровня доступа D-link DGS-1210-28X/ME/B1 [Электронный ресурс]/ <https://market.yandex.ru> – Яндекс Маркет URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-d-link-dgs-1210-28x-me-b1/354790223/spec?track=tabs&pricefrom=20000&priceto=40000> (дата обращения: 21.05.2019 г.)
14. Цена на коммутатор уровня агрегации D-link DGS-1510-28P [Электронный ресурс]/ <https://market.yandex.ru> – Яндекс Маркет URL: <https://market.yandex.ru/product--kommutator-d-link-dgs-1510-28p/14212090/spec?track=tabs&pricefrom=10000&priceto=40000> (дата обращения: 21.05.2019 г.)
15. Цена на голосовой шлюз SMG-1016M Eltex | Транковый шлюз E1, SIP с опцией COPM [Электронный ресурс]/ <https://eltexcm.ru> – ELTEX Коммуникации Официальный дилер завода Элтекс/ URL: [https://eltexcm.ru/catalog/voip-telephoniya/trankovye-shlyuzy/smg1016m.html?gclid=EAIaIQobChMI6-TN9JCD4wIVWsayCh04bw7fEAYYASABEGljg\\_D\\_BwE](https://eltexcm.ru/catalog/voip-telephoniya/trankovye-shlyuzy/smg1016m.html?gclid=EAIaIQobChMI6-TN9JCD4wIVWsayCh04bw7fEAYYASABEGljg_D_BwE) (дата обращения: 24.05.2019 г.)

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		57



URL: <https://www.banki.ru/news/columnists/?id=9323500> (дата обращения: 29.05.2019 г.)

23. Цены на тарифы от компании провайдера «Сатурн-Онлайн», [Электронный ресурс]/ <http://saturn.tj> – Saturn internet service provider / URL: <http://www.saturn.tj/com.html> (дата обращения: 29.05.2019 г.)

24. Город Душанбе [Электронный ресурс] // <https://ru.wikipedia.org> – Википедия – свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Душанбе> (дата обращения 16.05.2019)

					11120005.11.03.02.832.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		59